



جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

برنامه درسی



دوره: کارشناسی ارشد
رشته: ریاضیات و کاربردها
گرایش: گراف و ترکیبیات

گروه برنامه ریزی علوم ریاضی

مصوب جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

بِسْمِ اللَّهِ الرَّمَّانِ الرَّحِيمِ

**عنوان برنامه: دوره کارشناسی ارشد رشته ریاضیات و کاربردها گرایش گراف و ترکیبیات
تدوین شده توسط گروه برنامه ریزی علوم ریاضی**

۱- برنامه درسی تدوین شده دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها گرایش گراف و ترکیبیات پیشنهادی گروه برنامه ریزی علوم ریاضی در جلسه شماره ۸۸۷ مورخ ۱۳۹۶/۰۹/۰۴ شورای عالی برنامه ریزی آموزشی به تصویب رسیده است.

۲- برنامه درسی مذکور در سه فصل: مشخصات کلی، جدول واحد های درسی و سرفصل دروس تنظیم شده و برای تمامی دانشگاه ها و مؤسسه های آموزش عالی و پژوهشی کشور که طبق مقررات مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری فعالیت می کنند، برای اجرا ابلاغ می شود.

۳- این برنامه درسی از شروع سال تحصیلی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ به مدت ۵ سال قابل اجراست و پس از آن نیازمند بازنگری می باشد.

مجتبی شریعی نیاستر

نایب رئیس شورای عالی برنامه ریزی آموزشی

عبدالرحیم نوده ابراهیم

دبیر شورای عالی برنامه ریزی آموزشی



برنامه و سرفصل درس‌های کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

- ریاضیات و کاربردها - گرایش آنالیز (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - گرایش جبر
- ریاضیات و کاربردها - هندسه و توپولوژی
- ریاضیات و کاربردها - گراف و ترکیبیات (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - گرایش منطق (مصوب شده)
- ریاضیات و کاربردها - ریاضیات تصادفی (مصوب شده)



مقررات عمومی برنامه کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها

کلیه دانشگاه هایی که قبلا مجوز اجرای رشته به صورت کلی و یا در برخی از گرایش های خاص این رشته را اخذ کرده اند می توانند در همان گرایش هایی که دانشجو گرفته اند کماکان اقدام به پذیرش دانشجو نمایند ولی در سایر گرایش های جدید و یا گرایش هایی که قبلا مجوز اجرای آن را نداشته اند لازم است نسبت به اخذ مجوز با کد رشته محل مجزا اقدام نموده و فقط در صورت احراز شرایط و پس از اخذ مجوز از وزارت عتف نسبت به پذیرش دانشجو با کد رشته محل مختص گرایش مربوطه اقدام کنند.

طول دوره و شکل نظام

دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها مطابق با آیین نامه جاری دوره ی کارشناسی ارشد وزارت عتف است.

تعداد واحدهای دوره

تعداد واحدهای درسی دوره کارشناسی ارشد ریاضیات و کاربردها ۳۲ و به قرار زیر است:

درس های الزامی: ۱۲ واحد، شامل درس اصلی گرایش یا زیر گرایش و دو درس از دروس اصلی گرایش ها یا زیر گرایش های دیگر علوم ریاضی با نظر استاد راهنما و دانشکده.

درس های تخصصی - انتخابی: ۱۲ واحد، شامل سه درس از جدول درس های تخصصی - انتخابی و یک درس با نظر استاد راهنما و تأیید گروه از درس های انتخابی یکی از دوره های کارشناسی ارشد مرتبط.

سمینار: ۲ واحد

پایان نامه: ۶ واحد

اخذ درس سمینار و پایان نامه در نیمسال اول تحصیل مجاز نیست. برای اخذ درس سمینار نیاز به گذراندن دست کم ۹ واحد درسی و برای اخذ پایان نامه گذراندن دست کم ۱۲ واحد (که شامل درس های الزامی می باشد) و اجازه گروه ضروری است.

با توجه به پایه ای بودن دروس الزامی و تنوع ورودی های کارشناسی ارشد در این رشته، دروس الزامی به صورت ۴ واحدی ارائه خواهند شد. بدیهی است گروه های آموزشی اختیار دارند پس از تصویب دانشگاه به میزان ۱ واحد به محتوی سرفصل این دروس که به صورت ۳ واحدی تنظیم شده است اضافه نمایند.

گروه های مجری می توانند درس های جدیدی را به عنوان درس اختیاری مطابق با روال جاری دانشگاه مصوب و آرایه دهند.

دانشجو در طول تحصیل خود نمی تواند بیش از یک درس با عنوان مباحث ویژه اختیار کند.



برنامه کارشناسی ارشد گرایش گراف و ترکیبیات



مقدمه:

برنامه حاضر حاصل تخصص، تجربه و هم‌فکری اعضای زیرکمیته تخصصی گراف و ترکیبیات، منتخب کمیته تخصصی برنامه-ریزی علوم ریاضی در وزارت علوم است که متشکل از متخصصین از دانشگاه‌های مختلف کشور با سابقه تحقیق و تدریس در مقاطع مختلف و تجربه تربیت دانشجویان تحصیلات تکمیلی در زمینه گراف و ترکیبیات است.

هدف:

در این برنامه اهداف زیر مورد نظر قرار گرفته است.

۱. پوشش مفاهیم دسته‌بندی شده در رده‌بندی MSC2010 در زمینه تخصصی گراف و ترکیبیات
۲. کتاب‌های استاندارد و به روز دنیا در زمینه تخصصی گراف و ترکیبیات
۳. در حد ممکن همخوانی با دروس موجود در دانشگاه‌های مطرح دنیا در زمینه تخصصی گراف و ترکیبیات

کلیات برنامه:

در این برنامه دروس در دو جدول، درس‌های اصلی کارشناسی‌ارشد ریاضی (گرایش گراف و ترکیبیات) (جدول ۱) و درس‌های تخصصی-انتخابی کارشناسی‌ارشد ریاضی (گرایش گراف و ترکیبیات) (جدول ۲) آورده شده است. هر دانشجو بایستی ۶ واحد الزامی خود را از دروس جدول ۱ و یک درس ۳ واحدی باقیمانده را از بین دروس الزامی یکی از گرایش‌های علوم ریاضی (ریاضیات و کاربردها یا ریاضیات کاربردی یا علوم کامپیوتر) اخذ نماید. همچنین هر دانشجو بایستی سه درس (۹ واحد) انتخابی خود را از بین دروس جدول ۲ اخذ نماید. ۳ واحد انتخابی باقیمانده یک درس کاملاً اختیاری است که با نظر استاد راهنما و تأیید گروه اخذ خواهد شد.

عنوان دوره و نحوه اجرا: کارشناسی‌ارشد- گرایش گراف و ترکیبیات

از آنجا که در حال حاضر با توجه به ماهیت این گرایش، همکاران متخصص در گرایش گراف و ترکیبیات در دانشگاه‌های مختلف در هر دو گروه‌های آموزشی ریاضی محض و ریاضی کاربردی فعالیت دارند، دانشگاه‌های مجری با توجه به مجوزهای خود می‌توانند در هر یک از گروه‌های آموزشی ریاضی محض یا ریاضی کاربردی اقدام به پذیرش دانشجو نموده و با توجه به مقررات این برنامه دانشجویان را در این گرایش دانش‌آموخته نمایند.

پیش‌نیاز ورود:

داشتن مدرک کارشناسی ریاضی یا یکی از رشته‌های مرتبط و پذیرش به عنوان دانشجوی کارشناسی‌ارشد در دانشگاه مربوطه

مواد آزمون تخصصی ورودی (کنکور):

درس مبانی ترکیبیات از دروس مقطع کارشناسی



فصل دوم

جدول دروس کارشناسی ارشد ریاضی - گرایش گراف و ترکیبیات



جدول ۱: درس‌های اصلی کارشناسی ارشد ریاضی - گرایش گراف و ترکیبیات

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز
۱	نظریه گراف	۳	
۲	آنالیز ترکیبیاتی	۳	

جدول ۲: درس‌های تخصصی-انتخابی کارشناسی ارشد ریاضی - گرایش گراف و ترکیبیات

شماره درس	نام درس	تعداد واحد	پیش‌نیاز و هم‌نیازها
۱	ترکیبیات شمارشی و کاربردهای آن	۳	نظریه گراف و آنالیز ترکیبیاتی
۲	روش‌های پایه در ترکیبیات	۳	نظریه گراف و آنالیز ترکیبیاتی
۳	نظریه گراف پیشرفته	۳	نظریه گراف
۴	آنالیز ترکیبیاتی پیشرفته	۳	آنالیز ترکیبیاتی
۵	نظریه جبری گراف	۳	نظریه گراف
۶	روش‌های احتمالاتی در ترکیبیات	۳	نظریه گراف
۷	نظریه الگوریتمی گراف	۳	نظریه گراف
۸	بهینه‌سازی ترکیبیاتی	۳	نظریه گراف
۹	مباحث ویژه در نظریه گراف و ترکیبیات	۳	اجازه گروه



فصل سوم

سر فصل دروس کارشناسی ارشد ریاضی - گرایش گراف و ترکیبیات



عنوان		فارسی		نظریه گراف	
درس		انگلیسی		Graph Theory	
نوع واحد		تعداد	تعداد		
		ساعت	واحد		
ندارد	ندارد	۴۸	۳	الزامی	
				انتخابی	
				عملی	نظری
				عملی	نظری
				حل تمرین: ندارد	
				نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد	

هدف: آشنایی عمیق با مفاهیم نظریه گراف همراه با اثبات قضایای مهم در این زمینه.

سرفصل‌های درس:

- یادآوری مقدمات نظریه گراف: یکرختی گراف‌ها، اعمال روی گراف‌ها، ماتریس‌های متناظر با گراف‌ها، درخت‌ها، گراف‌های جهت‌دار و تورنمنت‌ها.
- همبندی رأسی و یالی: قضیه منگر و نتایج آن، جریان‌ها در شبکه، قضیه ماکزیمم جریان - مینیمم برش.
- گراف‌های اویلری و هامیلتونی.
- پوشش‌ها: پوشش رأسی، پوشش یالی، عدد احاطه‌گر.
- تطابق‌ها: قضیه هال، قضیه کونینگ، قضیه تات، ۱- عامل‌پذیری، عامل‌ها در گراف‌ها.
- رنگ‌آمیزی‌ها: رنگ‌آمیزی رأسی، قضیه بروکس، چندجمله‌ای رنگی، رنگ‌آمیزی لیستی، رنگ‌آمیزی یالی، قضیه ویزینگ.
- گراف‌های مسطح: قضیه ۵- رنگ‌پذیری گراف‌های مسطح، بیان قضیه ۴-رنگ، قضیه کوراتوسکی، مفهوم ماینورها گراف و بیان حدس Hadviger.
- جریان‌های صحیح: دوگانگی با رنگ‌آمیزی، چندجمله‌ای جریان، بیان حدس‌های تات.

مراجع پیشنهادی:

1. Bondy J.A., Murty U.S.R., Graph Theory, Springer, 2008.
2. West, Douglas B. Introduction to Graph Theory, Second edition, 2001.
3. Diestel R., Graph Theory, Fourth edition, 2010.



عنوان درس		فارسی		آنالیز ترکیبیاتی	
Combinatorial Analysis		انگلیسی			
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش نیاز		
الزامی	۳	۴۸	ندارد	جبرانی	انتخابی
نظری				عملی	نظری
عملی				عملی	نظری
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف: آشنایی با ساختار و تجزیه و تحلیل موجودات ترکیبیاتی مانند طرح‌های ترکیبیاتی، مربع‌های لاتین، آرایه-های متعامد و ماتریس‌های هادامارد.

سرفصل‌های درس:

- سیستم نمایندگی متمایز: قضیه فیلیپ هال.
- پرمنت‌ها: محاسبه پرمنت‌ها، کاربردهای پرمنت‌ها، مسایل و حدس‌های مربوط به پرمنت.
- مربع‌های لاتین: مربع‌های لاتین دو به دو متعامد، قضایای مربوط به وجود و عدم وجود مجموعه کامل از مربع‌های لاتین دو به دو متعامد.
- طرح‌های بلوکی: طرح‌های بلوکی ناکامل متعادل، ماتریس وقوع یک طرح، قضیه فیشر، قضیه براک-رایزر-چولا.
- t -طرح‌ها، یکریختی و همریختی بین طرح‌ها، ساختار طرح‌های سه‌گانه اشتاینر.
- طرح‌های پوششی سه‌تایی و بسته‌بندی سه‌تایی.
- صفحه‌های تصویری: صفحه‌های تصویری متناهی، صفحه‌های آفین.
- ماتریس‌های هادامارد: معرفی چند روش برای ساختن ماتریس‌های هادامارد مانند روش ویلیامسون و روش حاصل ضرب.

مراجع پیشنهادی:

1. Cameron, Peter J., Combinatorics; Topics, Techniques, Algorithms, 1996.
2. Vanlint, J.H. and Wilson, R.M., A Course in Combinatorics, 2003.
3. D.R. Stinson, Combinatorial Designs: Constructions and Analysis, Springer, 2003.
3. Lindner, C. C. and Rodger, C. A., Design Theory, 1997.



عنوان درس		فارسی		ترکیببیا تشریحی و کاربردها			
عنوان درس		انگلیسی					
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعات	دروس پیش نیاز			
ندارد	الزامی	۳	۴۸	جبرانی		انتخابی	
	نظری			عملی	نظری	عملی	
	حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف: آشنایی با ابزار پیشرفته در ترکیببیا تمانند شمارش و غیره و کاربردهای آنها در علوم کامپیوتر

سرفصل‌های درس:

- اصل لانه کبوتری: قضیه اردوش-زکرس، قضیه Mantel، قضیه دیریکله، قضیه رمزی برای گراف‌ها. قضیه رمزی برای مجموعه‌ها
- اصول شمارش در ترکیببیا: قضیه دوجمله‌ای و تعمیم‌های آن، تابع مولد معمولی و نمایی، اعداد استرلینگ نوع اول و دوم، اعداد بل، روش شمارش دوگانه، اصل میانگین‌گیری، اصل شمول و عدم شمول
- روش‌های شمارش پیشرفته: لم برنسايد، قضیه شمارش پولیا، فرمول معکوس موبیوس
- مجموعه‌های مرتب جزئی: زنجیرها و پادزنجیرها، تجزیه به زنجیرها و پادزنجیرها، سیستم نمایندگی مجزای قوی
- نظریه مجموعه‌های حدی: قضیه اردوش-کو-رادو، قضیه بالاباش، قضیه اسپرتر، خانواده آفتابگردان‌ها

مراجع پیشنهادی:

1. Jukna, S., Extremal Combinatorics with Applications in Computer Science, 2011.
2. Cameron, Peter J., Combinatorics; Topics, Techniques, Algorithms, 1996.
3. Stanley R.P., Enumerative Combinatorics Vol 1., CUP, 1997.



		فارسی		عنوان	
		انگلیسی		درس	
روش‌های پایه در ترکیبیات					
Basic Methods in Combinatorics					
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعات	پیش‌نیاز	دروس	
الزامی	انتخابی	جبرانی	نظریه گراف و آنالیز ترکیبیاتی	۴۸	۳
نظری	عملی	نظری	عملی		
حل تمرین: ندارد			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		

هدف: آشنایی با کلیات مفاهیم و روش‌های مهم و مورد نیاز در زمینه تخصصی گراف و ترکیبیات.

سرفصل‌های درس:

- لم منظم زمردی (Regularity Zemeredy Lemma): اثبات و برخی کاربردها.
- جنبه‌های الگوریتمی: معرفی کلاس‌های پیچیدگی P و NP .
- برنامه‌ریزی خطی و الگوریتم‌های تقریب برای حل مسایل نظریه گراف.
- روش‌های احتمالاتی
- روش‌های جبر خطی
- نظریه رمزی
- مترویدها
- روش دشارژ کردن

مراجع پیشنهادی:

1. Bondy J.A., Murty U.S.R., Graph Theory, Springer, 2008.
2. West, Douglas B. Introduction to Graph Theory, Second edition, 2001.
3. Diestel R., Graph Theory, Fourth edition, 2010.
4. Bollobás B., Modern Graph Theory, 1998.
5. Cranston, D.W., West Douglas B., A Guide for the Discharging Method, 2013.



		فارسی		نظریه گراف پیشرفته		عنوان	
		انگلیسی		Advanced Graph Theory		درس	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش نیاز			
الزامی		انتخابی		جبرانی			
نظری		عملی		نظری		عملی	
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					
نظریه گراف		۳	۴۸				

هدف: آشنایی با مفاهیم پیشرفته نظریه گراف.

سرفصل‌های درس:

- همبندی: ساختار گراف‌های ۲، ۳ و ۴- همبند، قضیه Mader، قضیه Nash-Williams-Tutte در مورد درخت‌های فراگیر مجزا.
- رنگ‌آمیزی: مباحث تکمیلی در رنگ‌آمیزی رأسی به ویژه قضیه گراف‌های بی نقص، مباحث تکمیلی در رنگ‌آمیزی یالی به ویژه مسأله رده بندی کلاس‌های ۱ و ۲، رنگ‌آمیزی لیستی و اثبات قضیه گالوین.
- گراف‌ها روی رویه‌ها: رسم گراف‌های مسطح، عدد تقاطعی گراف، گونه گراف‌ها، رسم گراف‌ها بر روی سطوح با شرایط خاص.
- عرض درختی و مسیری و برخی از کاربردهای آن.
- ماینورهای گراف: قضیه ۴-رنگ، حدس Hadwiger در حالت‌های کوچک، بیان قضیه Graph Minor و اثبات آن برای درخت‌ها.
- جریان‌های صحیح گراف: قضایای وجودی k -جریان برای k های کوچک، قضایای مربوط به معادل بودن وجود k -جریان‌ها، دوگانگی جریان و رنگ‌آمیزی و بیان حدس‌های تات.
- فضاهای برداری متناظر با گراف: فضاهای دوری، فضاهای برشی، تعریف متروید، شبکه‌های الکتریکی، قدم زدن تصادفی.
- چندجمله‌ای‌های گراف: چندجمله‌ای تات و تعریف‌های معادل آن و ارتباط آن با سایر چندجمله‌ای‌ها. بحث در مورد چندجمله‌ای‌های دیگر مانند چندجمله‌ای تطابقی.
- گراف‌ها، گروه‌ها و ماتریس‌ها: گراف‌های کیلی و شرایر، ماتریس مجاورت، لاپلاسیان و مقادیر ویژه آنها، گراف‌های قویا منظم، گروه خودریختی‌ها و مسایل یکرختی و همریختی در گراف‌ها.

مراجع پیشنهادی:

1. Bondy J.A., Murty U.S.R., Graph Theory, Springer, 2008.
2. West, Douglas B. Introduction to Graph Theory, Second edition, 2001.
3. Diestel R., Graph Theory, Fourth edition, 2010.
4. Bollobas, Modern Graph Theory, 1998.



		فارسی		نظریه جبری گراف		عنوان	
		انگلیسی		Algebraic Graph Theory		درس	
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	درس		پیش نیاز	
الزامی		انتخابی		جبرانی		نظریه گراف	
نظری		عملی		نظری		عملی	
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد					

هدف: آشنایی با گروه خودریختی‌های گراف‌ها و ارتباط آنها با خواص گراف‌ها.

سرفصل‌های درس:

- مطالعه طیف ماتریس‌های متناظر با گراف‌ها مانند ماتریس مجاورت و لاپلاسیان و ارتباط آنها با خواص گراف‌ها.
- یافتن طیف برخی از گراف‌های خاص.
- قضیه پرون - فریبنیوس.
- روابط درهم پیچیدگی.
- گراف‌های هم طیف.
- افرازهای منصفانه، گراف‌های قویا منظم و مقادیر ویژه آنها، NEPS گراف‌ها.
- قضیه درخت - ماتریس.
- عدد همبندی جبری گراف‌ها، Expansion و نامساوی چيگر.
- Associated Schemes
- همریختی بین گراف‌ها، انقباض گراف‌ها، یگریختی بین گراف‌ها، گروه خودریختی‌های گراف‌ها.
- گراف‌های راس ترايا، گراف‌های یال ترايا، گراف‌های کمان ترايا، گراف‌های فاصله ترايا.
- گراف‌های فاصله منظم، گراف‌های کیلی، گراف‌های شرایر و گراف‌های هم مجموعه.
- گراف‌های اولیه و غیر اولیه.

مراجع پیشنهادی:

1. D. Cvetkovic, P. Rowlinson and S. Simic, Introduction to the Theory of Graph Spectra, 2010.
2. N. Biggs, Algebraic Graph Theory, 1993.
3. D. Cvetkovic, M. Doob and Sachs, Spectra of Graphs, 1995.
4. A.E. Brouwer and W.H. Haemers, Spectra of Graphs, Springer, 2011.
5. C. Godsil and G. Royle, Algebraic Graph Theory, 2001.
6. L.W. Beineke and R.J. Wilson, Topcis in algebraic Graph Theory, 2004.



		فارسی		عنوان	
		انگلیسی		درس	
روش‌های احتمالاتی در ترکیبیات					
Probabilistic Methods in Combinatorics					
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش‌نیاز	درس	
الزامی	انتخابی	جبرانی			
نظری	عملی	نظری	عملی		
عملی	نظری	عملی	نظری		
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				
		۳	۴۸	نظریه گراف	

هدف: آشنایی با روش‌ها و ابزارهای احتمالاتی در حل مسایل ترکیبیاتی.

سرفصل‌های درس:

- یادآوری برخی اثبات‌ها و مفاهیم اولیه احتمالاتی اولیه برای مساله‌های نظریه گراف و ترکیبیات.
- روش اولین گشتاور، نامساوی مارکف و کاربردهای آن.
- استفاده از خطی بودن امید ریاضی.
- روش دومین گشتاور، نامساوی چبیشف و کاربردهای آن.
- لم موضعی لواس و کاربردهای آن.
- مارتینگل‌ها، نامساوی آزوما و کاربردهای آن.
- نامساوی ین سن.
- تالاگراند.
- نتایجی در مورد گراف‌های تصادفی.



مراجع پیشنهادی:

1. N. Alon and J.I. Spencer, The Probabilistic Method, John Wiley & Sons Inc., Third edition, 2008.
2. M. Molloy and B. Reed, Graph coloring and Probabilistic Method, Springer, 2002.

عنوان درس		فارسی		انگلیسی	
Algorithmic Graph Theory		نظریه الگوریتمی گراف			
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش نیاز	دروس	پیش نیاز
اصلی	۳	۴۸	جبرانی	انتخابی	
نظری			عملی	نظری	عملی
حل تمرین: ندارد	نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد				

هدف: آشنایی با الگوریتم‌های مسایل نظریه گراف.

سرفصل‌های درس:

- یادآوری پیش‌نیازها: معرفی مقدمات الگوریتم‌ها و پیچیدگی محاسباتی الگوریتم‌ها.
- اثبات NP-سخت بودن مسایل معروف مانند: مسایل پوشش رأسی، مجموعه مستقل رأسی، 3-SAT-رنگ پذیری، ماکزیمم خوشه.
- درخت‌ها و جنگل‌ها: درخت فراگیر کمینه، پیمایش درخت‌ها، q-درخت‌ها و اهمیت آن‌ها.
- ساختمان داده‌های درختی: صف مرتب، انواع heap، جستجوی دودویی.
- فاصله، جریان در شبکه و همبندی: الگوریتم‌های مربوط به همبندی رأسی و یالی و جریان در شبکه.
- الگوریتم‌های انواع پیمایش در گراف‌ها: الگوریتم‌های مربوط به گراف‌های اویلری، هامیلتونی و مساله فروشنده دوره گرد.
- گراف‌های مسطح: الگوریتم‌های مربوط به مسطح بودن گراف‌ها.
- رنگ‌آمیزی گراف‌های: تحلیل الگوریتمی مسئله رنگ‌آمیزی گراف‌ها، بحث در مورد الگوریتم‌های مختلف، مفهوم انتقال فاز.
- گراف‌های تصادفی: الگوریتم‌های مربوط به تولید گراف‌های تصادفی و گراف‌های تصادفی منتظم.
- الگوریتم‌های پارامتری: الگوریتم‌های وابسته به پارامتر با مثال منتخب استاد.
- الگوریتم‌های برخط: طراحی و تحلیل الگوریتم‌های برخط (online) و الگوریتم‌های sequential با مثال‌های منتخب استاد.

مراجع پیشنهادی:

- 1- David Joyner, Minh Van Nguyen, Nathann Cohen, Algorithmic Graph Theory, 2010.
- 2- Kloks, T., Advanced Graph Algorithms, 2012.
- 3- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein, Introduction to Algorithms, 2009.



عنوان درس		فارسی		بهینه‌سازی ترکیبیاتی	
Combinatorial Optimization		انگلیسی			
نوع واحد		تعداد واحد	تعداد ساعت	دروس پیش‌نیاز	دروس
اصلی	انتخابی	۳	۴۸	جبرانی	
نظری	عملی			نظری	عملی
حل تمرین: ندارد		نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد			

هدف:

آشنایی با برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی برای مسایل ترکیبیاتی و روش‌های حل آن‌ها.

سرفصل‌های درس:

- یادآوری پیش‌نیازها: مفاهیم پایه‌ای مرتبط با نظریه گراف و بهینه‌سازی و پیچیدگی زمانی الگوریتم‌ها.
- برنامه‌ریزی خطی: روش سیمپلکس و پیاده‌سازی آن، دوگانگی، چندوجهی‌های کراندار، اشاره به الگوریتم‌های مختلف چندجمله‌ای برای برنامه‌ریزی خطی.
- برنامه‌ریزی عدد صحیح: پوش صحیح یک چندوجهی، تبدیلات و ماتریس‌های unimodular و صفحه‌های برش و رهاسازی لاگرانژ.
- درخت‌های فراگیر: درخت‌های فراگیر کمینه و الگوریتم‌های مربوطه.
- کوتاه‌ترین مسیر: انواع مسئله انتخاب کوتاه‌ترین مسیر و الگوریتم‌های مربوطه.
- جریان در شبکه و جریان‌های با کمترین هزینه: قضیه جریان بیشینه-برش کمینه و ارتباط با قضایای Menger و Mader، روش Edmonds-Karp، درخت‌های Gomory-Hu.
- تطابق‌های ماکزیمم: تطابق در گراف‌های دوبخشی و ارتباط با جریان‌ها و سیستم‌های نمایندگی متمایز (SDR)، الگوریتم Edmonds.
- تطابق‌های وزن دار و b-تطابق‌ها: الگوریتم‌های حل مسئله تطابق وزن دار، تطابق چندوجهی، مسئله b-matching و روش‌های حل آن و قضیه Padberg-Rao.
- مترویدها و تعمیم‌های آن‌ها: بحث در مورد مسائل افراز و تقاطع در مترویدها.
- الگوریتم‌های تقریبی و غیر دقیق

مراجع پیشنهادی:

1. Schrijver, A., A Course in Combinatorial Optimization. Amsterdam, 2013.
2. Bernhard Korte and Jens Vygen, Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms, Springer-Verlag, 5th ed. 2012.



		فارسی		عنوان	
		انگلیسی		درس	
مباحث ویژه در نظریه گراف و ترکیبیات					
Special Topics in Graph Theory					
نوع واحد	تعداد واحد	تعداد ساعت	پیش نیاز	دروس	
الزامی	انتخابی	جبرانی	عملی	نظری	
عملی	نظری	عملی	نظری	عملی	نظری
حل تمرین: ندارد			نیاز به اجرای پروژه عملی: ندارد		
اجازه گروه		۴۸	۳		

هدف:

درسی است در سطح کارشناسی ارشد در زمینه گراف و ترکیبیات که سرفصل آن بر حسب امکانات و نیاز در نیم-سال مورد نظر توسط استاد مربوطه پیشنهاد شده و پس از تصویب شورای تحصیلات تکمیلی گروه و دانشکده رایج می‌شود.

